

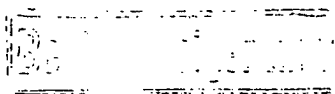
⑤

Int. Cl. 2:

H02K 1/22

⑱ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 34 988 A 1

⑪

# Offenlegungsschrift 28 34 988

⑫

Aktenzeichen: P 28 34 988.4

⑬

Anmeldetag: 10. 8. 78

⑭

Offenlegungstag: 1. 3. 79

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

12. 8. 77 V.St.v.Amerika 824104

⑤④

Bezeichnung: Rotorblechaufbau für eine dynamoelektrische Maschine mit einem gegossenen Rotor

⑦①

Anmelder: General Electric Co., Schenectady, N.Y. (V.St.A.)

⑦④

Vertreter: Schüler, H., Dipl.-Chem. Dr. rer.nat., Pat.-Anw., 6000 Frankfurt

⑦⑦

Erfinder: Schweder, Walter Morrison; Lenz, Henry George; Schenectady, N.Y. (V.St.A.)

: 28 34 988 A 1

Dr. rer. nat. Horst Schüler  
PATENTANWALT

2834988

6C00 Frankfurt/Main I, 9. 8. 1978  
Kaiserstrasse 41      Schu/We.  
Telefon (0611) 235555  
Telex: 04-16759 mapat d  
Postscheck-Konto: 2824 20-602 Frankfurt/M.  
Bankkonto: 225/0389  
Deutsche Bank AG, Frankfurt/M.

4776-21-GM-284

GENERAL ELECTRIC COMPANY  
1 River Road  
Schenectady, N.Y./U.S.A.

Patentansprüche

1. Rotorblechaufbau für eine dynamoelektrische Maschine mit gegossenen axialen Leitern und mit radialen Belüftungskanälen, die sich unter axialen Abständen zwischen den Leitern erstrecken, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von im wesentlichen ebenen, ringförmigen Rotorhauptblechen (13) mit jeweils darin ausgebildeten Öffnungen zum Bestimmen einer Mehrzahl von Leiternuten (14, 14a, 14b), die an den Umfang der Bleche (13) angrenzend bogenförmig verteilt sind, und mit einer Mehrzahl von Kühlmitteldurchgängen (15), die zwischen den inneren Enden der Leiternuten (14, 14a, 14b) sowie dem Innendurchmesser der Bleche (13) bogenförmig verteilt sind, durch eine Mehrzahl von im wesentlichen ebenen, ringförmigen Belüftungsblechen (17), die jeweils mit Öffnungen versehen sind, welche entsprechend eine Mehrzahl von Leiternuten (14', 14a', 14b') bestimmen, welche an den Umfang der Bleche (17) angrenzend bogenförmig verteilt sind, und die jeweils eine Mehrzahl von Belüftungsöffnungen (18) haben, die zwischen den inneren Enden der Leiternuten (14', 14a', 14b') und dem Innendurchmesser der Bleche (17) bogenförmig verteilt sind, wobei die Belüftungsöffnungen (18) jeweils mit einer radialen Abmessung (18') ausgebildet sind, die wesentlich größer als die maximale radiale Abmessung (15') des in den Hauptblechen (13) ausgebildeten Kühlmittel-

durchgangs (15) ist, durch eine Mehrzahl von im wesentlichen ebenen, ringförmigen Kanalblechen (20), die jeweils mit Öffnungen versehen sind, welche entsprechend eine Mehrzahl von Leiternuten (14", 14a", 14b") bestimmen, die an den Umfang der Bleche (20) angrenzend bogenförmig verteilt sind, wobei die Kanalbleche (20) ferner eine Mehrzahl von Kühlmitteldurchgängen (21) aufweisen, die zwischen den inneren Enden der Leiternuten (14", 14a", 14b") und dem Innendurchmesser der Bleche (20) bogenförmig verteilt sind, und wobei die Kanalbleche (20) eine Mehrzahl von Kühlmittelkanalnuten (22, 22a, 22b) aufweisen, die sich von dem Umfang der Bleche (20) bis zu einem Punkt zwischen den inneren Enden der Leiternuten (14", 14a", 14b") und der äußeren Abmessung der Kühlmitteldurchgänge (21) erstrecken, wobei dieser Punkt radial zwischen der äußeren Abmessung der Kühlmitteldurchgänge (21) und der äußeren Abmessung der Belüftungsöffnungen (18) in angrenzenden Belüftungsblechen (17) angeordnet ist, um hierdurch das innere Ende einer jeden Kanalnut (22, 22a, 22b) in eine Überlappingsbeziehung mit einer angrenzenden Belüftungsöffnung (18) und jede Belüftungsöffnung (18) in eine Überlappingsbeziehung mit einem Kühlmitteldurchgang (15) in angrenzenden Rotorhauptblechen (13) zu bringen, wobei die Mehrzahl von Rotorhauptblechen (13), Belüftungsblechen (17) und Kanalblechen (20) eine gegenseitige Ausrichtung aufweist, um die Leiternuten (14, 14a, 14b; 14', 14a', 14b'; 14", 14a", 14b") auszurichten, und wobei eine Mehrzahl von elektrischen Leitern entsprechend in den Leiternuten gegossen sowie an den entgegengesetzten Enden miteinander verbunden sind, und zwar durch ein Paar von mit den Leitern gegossenen Ringen (5, 6), wodurch die gegossenen Leiter den Rotorblechaufbau (1) zusammenhalten.

2. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Kanalblech (20) so ausgebildet ist, daß sich jeweils eine der Kühlmittelkanalnuten (22, 22a, 22b) zwischen einem angrenzenden Paar von Leiternuten (14", 14a", 14b") befindet, wobei der Abstand zwischen den Seiten einer jeden Kanalnut (22, 22a, 22b) und der nächsten Leiternut (14", 14a", 14b") in dem Bereich von 0,762 mm bis 2,54 mm (0,030 Zoll bis 0,100 Zoll) liegt.

3. Aufbau nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jede Kühlmittelkanalnut (22, 22a, 22b) so ausgebildet ist, daß sie in radialer Richtung um etwa 100 % tiefer als die hieran angrenzenden Leiternuten (14", 14a", 14b") ist.
4. Aufbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Belüftungsbleche (17) und die Kanalbleche (20) in kooperierenden Sätzen (17', 20') etwa gleicher axialer Länge angeordnet sind, wobei jeder Satz (17', 20') eine Gruppe von Kanalblechen (20) aufweist, die an eine Gruppe von Belüftungsblechen (17) angrenzt, wobei sich die Sätze (17', 20') unter axialen Abständen zwischen größeren Gruppen (13') von Rotorhauptblechen (13) befinden.
5. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Bleche (13, 17, 20) ausreichend zusammengepreßt sind, um zu verhindern, daß geschmolzenes Metall von den Leiternuten (14, 14a, 14b; 14', 14a', 14b'; 14", 14a", 14b") zwischen den Blechen ausströmt, wenn die Leiter in den Leiternuten gegossen werden.
6. Aufbau nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kühlmittelkanalnuten (22, 22a, 22b) radial auswärts über die Leiternuten (14", 14a", 14b") hinausgehend um zumindest 0,508 mm (0,02 Zoll) erstrecken.
7. Aufbau nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Kombination mit einer Stahlwelle (7), die durch Preßsitz in dem Innendurchmesserbereich aller ringförmiger Bleche (13, 17, 20) gehalten ist, um die Bleche für eine Drehung an der Welle (7) abzustützen.
8. Rotorblechaufbau für eine dynamoelektrische Maschine mit gegossenen axialen Leitern und radialen Belüftungskanälen, die sich unter axialen Abständen zwischen den Leitern erstrecken, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von Rotorhauptblechen (13) mit bogenförmig verteilten Leiternuten (14, 14a, 14b) sowie Kühlmitteldurchgängen (15), durch eine Mehrzahl von Belüftungsble-

2834988

chen (17) mit bogenförmig verteilten Leiternuten (14', 14a', 14a") sowie Belüftungsöffnungen (18) und durch eine Mehrzahl von Kanalblechen (20A) mit bogenförmig verteilten Leiternuten (14A, 14B, 14C), Belüftungsdurchgängen (21A) und Kühlmittelkanalnuten (22A, 22B, 22C), wobei jede der Kühlmittelkanalnuten (22A, 22B, 22C) an den Vorder- sowie Hinterkanten des äußeren Nutenendes nach außen erweitert ist und wobei die Leiternuten (14, 14a, 14b; 14', 14a', 14b'; 14A, 14B, 14C) aller Bleche (13, 17, 20A) im wesentlichen ausgerichtet sind, während eine Mehrzahl von entsprechend gegossenen Leitern in jeder der Leiternuten den Aufbau (1) zusammenhält.

---

Rotorblechaufbau für eine dynamoelektrische  
Maschine mit einem gegossenen Rotor

---

Die Erfindung bezieht sich auf einen Rotorblechaufbau für gegossene Rotoren, die bei der Herstellung von dynamoelektrischen Maschinen benutzt werden, und insbesondere auf einen solchen Rotor mit radialen Kühlkanälen, die mit durch den Rotoraufbau verlaufenden axialen Kühlmitteldurchgängen in einer solchen Weise verbunden sind, die ein Gießen von Rotorleitern in Leiternuten des Aufbaues ermöglicht, ohne daß die Kühlkanäle oder axialen Kühlmitteldurchgänge beeinträchtigt werden. Die Erfindung ermöglicht auch ein Gießen der Leiter eines Rotoraufbaues, ohne daß eine Verwendung von Abstands- bzw. Ausfüllbolzen (spacer pins) oder punktgeschweißten Schlußring-Unterbaugruppen erforderlich ist, die separat in den Blechaufbau des Rotors während eines Gießvorgangs eingesetzt werden, um den Gießmetallstrom daran zu hindern, aus den Leiterschlitzen in die Kühlkanäle des Aufbaues zu fließen.

Bisher war es üblich, beim Gießen von Leitern in einem geschichteten Rotoraufbau für dynamoelektrische Maschinen verschiedene Arten von Ausfüllblöcken (spacers) zu benutzen, um während des Gießvorgangs geschmolzenes Metall an einem Eintreten in die Rotor-Luftkanäle zu hindern. Beispielsweise offenbart das US-Patent 2 368 296 ein Verfahren zum Ausbilden von radialen Ventilations- bzw. Lüftungskanälen in einem gegossenen Rotor, wobei während des Gießvorgangs zwischen Gruppen von Schichtungen ringförmige Abstandshalter bzw. Auflagescheiben eingesetzt werden. Nach einem solchen Gießvorgang wird der Rotoraufbau weiterbehandelt, um die vorübergehenden Auflagescheiben zu schmelzen oder zu lösen, so daß sie leicht von dem Rotor entfernt werden können. In diesem Patent wird eine Verwendung von Zinnlegierung, Gips oder Ton mit einem lösbaaren Bindemittel für die ringförmigen Scheiben vorgeschlagen. Das US-Patent 2 369 295 beschreibt die Verwendung von Karton bzw. Pappe oder einem ähnlichen brennbaren Material zum Bilden von Abstandshaltern bzw. Scheiben in einer Rotorschichtung während eines Gießvorgangs. In ähnlicher Weise ist in dem US-Pa-

2834988

tent 2 607 968 ein Verfahren zum Gießen von für dynamoelektrische Maschinen bestimmten Rotoren mit Luftkanälen beschrieben, die durch Abstandshalter bzw. Scheiben gebildet werden, welche aus verstärktem Gipsmaterial hergestellt sind und sich während eines Gießvorgangs zwischen den Schichtungsabschnitten des Rotors befinden. Nach dem Gießvorgang wird das Gipsmaterial durch Wasserberührung aufgelöst bzw. abgebaut, um die Scheiben bzw. Ausfüllglieder von den Luftkanälen auszuwaschen.

Obwohl die Verwendung derartiger auflösbarer oder brechbarer Scheibenmaterialien bekannt ist, ist es bei der Herstellung von Rotoren für relativ große dynamoelektrische Maschinen üblicher, eine Mehrzahl von abnehmbaren Stahlbolzen oder punktgeschweißte Schlußring-Unterbaugruppen zwischen Abschnitten der Rotorschichtungen anzuordnen, um die erwünschten Kühlkanäle in den Rotoren zu bilden. Die Verwendung eines Verfahrens unter Ausnutzung wiederbenutzbarer Scheiben bzw. Abschlußglieder ist beispielsweise in dem US-Patent 2 504 824 dargestellt.

Während die Verwendung von Metallbolzen zum Bilden von Luftkanälen in gegossenen Rotoren bei der Herstellung von dynamoelektrischen Maschinen zu einer bevorzugten Praxis geworden ist, im Vergleich zu der Verwendung von brechbaren oder auflösbaren Abstandsgliedern zum Bilden der Kühlkanäle, ist es seit langem erkannt worden, daß dieses Verfahren mehrere Nachteile hat. Bei der praktischen Durchführung dieses Verfahrens ist es notwendig, eine relativ große Anzahl von individuell angeordneten Stahlbolzen zu benutzen, um die Kühlkanäle in einem gegebenen Rotor zu bilden. In typischer Weise beträgt die Anzahl solcher Bolzen etwa 1000 für einen mittelgroßen Rotor, das heißt einen Rotor mit einer Länge von etwa 91 cm (3 ft) und mit einem Durchmesser von etwa 61 cm (2 ft). Da diese Bolzen in dem Rotor individuell positioniert werden müssen, wenn dessen Schichtungs Aufbau vor einem Gießvorgang aufgebaut wird, und da die Bolzen nach dem Gießvorgang individuell aus dem Bereich zwischen den Schichtungen abgezogen werden müssen, handelt es sich bei diesem Verfahren um einen beträchtlichen Arbeitsaufwand. Zusätzlich zu dem Installations- und Abnahmevergang der Bolzen müssen diese zwischen jeder Verwendung sorgfältig gereinigt werden, um ihren engen Präzisionssitz bei nachfolgenden

Gießvorgängen sicherzustellen, damit geschmolzenes Metall nicht zwischen den Bolzen und den angrenzenden Rotorschichtungen strömen kann. Darüber hinaus führen die normale Verwendung und Handhabung solcher Bolzen unvermeidbar zu einer mechanischen Abnutzung, die ein häufiges Auswechseln der Bolzen erforderlich macht. Natürlich stellen derartige Austauschkosten einen beträchtlichen Herstellungsaufwand dar, der nach Möglichkeit zu vermeiden ist.

Vor der Entwicklung und Kommerzialisierung solcher mit abnehmbaren Ringen oder Bolzen arbeitender Techniken zum Gießen von Leitern in geschichteten Rotoren war es bekannt, geschichtete Rotoren aus einer Serie von unterschiedlich gestanzten Blechen herzustellen, die so angeordnet wurden, daß sich axiale Kühlmitteldurchgänge ergaben, die durch Belüftungskanäle mit radialen Kühlmittelkanälen verbunden waren. Ein Beispiel für verschiedene frühere Konfigurationen dieser Art eines Belüftungsaufbaues in einem gewickelten Rotorgebilde ist in dem US-Patent 890 577 aufgezeigt. Da jedoch diese frühen Rotorkühleinrichtungen nicht für eine Verwendung beim Herstellen von Rotoren mit gegossenen Leitern geeignet waren, und zwar aufgrund der Tatsache, daß geschmolzenes Leitermetall in die darin befindlichen Kühlmitteldurchgänge eintreten kann, wurde die Praxis beibehalten, Rotoren mit gegossenen Leitern durch die zuvor erwähnten Abstandshalter- bzw. Scheiben-Bolzen-Verfahren herzustellen.

In neuerer Zeit wurde gemäß dem US-Patent 3 684 906 ein relativ kleiner gießbarer Rotor für Kühlmittelkompressormotoren offenbart, wobei eine Mehrzahl von Sätzen von unterschiedlich gestalteten Rotorblechen so angeordnet war, daß durch den Rotor verlaufende gewundene Pfade entstanden, die von bogenförmig verteilten axialen Kühlmitteldurchgängen ausgingen und über zwischenliegende Belüftungsdurchgänge zu bogenförmig verteilten radialen Kanälen verliefen. Solche kleinen Kühlmittelkompressormotoren unterscheiden sich dadurch von der vorliegenden Erfindung, daß sie die Verwendung von radialen Kühlmittelkanälen in zwei unterschiedlichen Sätzen von Schichtungen erforderlich machen, so daß die radialen Kanäle in einem solchen Satz sich nicht über die volle Tiefe der angrenzenden Leiternuten erstrecken. Ferner ist die strömungshemmende Beschaffenheit der kleinen, gewundenen Kanäle, die



zum Leiten des Kühlmittels durch solche Rotoren benutzt werden, nicht für eine Verwendung in Verbindung mit Kühlmitteldurchgängen für größere luftgekühlte Rotoren geeignet, bei denen große Luftmengen mit nur geringem Druckverlust durch die Rotorkanäle bewegt werden müssen.

Dementsprechend besteht die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung in der Schaffung eines Rotorblechaufbaues für eine dynamoelektrische Maschine mit gegossenen Rotorleitern und verteilten radialen Kühlkanälen, die mit axialen Kühlmitteldurchgängen verbunden sind, durch Verbinden von Öffnungen in einer Mehrzahl von unterschiedlich geformten Blechen in einem Aufbau, der im Vergleich zum Stand der Technik wirtschaftlicher herzustellen und wirksamer zu betreiben ist.

Eine andere Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines geschichteten Rotoraufbaues mit gegossenen Leitern in Verbindung mit radialen Kühlkanälen, die sich über die gesamte radiale Tiefe einer jeden angrenzenden Leiternut hinausgehend und in die zentralen Belüftungsdurchgangsbereiche des Aufbaues erstrecken.

Eine andere Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines gegossenen Rotorblechaufbaues für eine dynamoelektrische Maschine mit drei Sätzen von unterschiedlich gestalteten Rotorschichtungen, die in sich wiederholenden Mustern angeordnet sind, um bogenförmig und axial verteilte Kühlmittelkanäle zu bilden, die sich von dem Umfang des Rotors über die gesamte Länge der Leiternuten bis zu einer Überlappingsbeziehung mit Belüftungsöffnungen in angrenzenden Blechen erstrecken, welche sich ihrerseits in Strömungsverbindung mit axialen Kühlmitteldurchgängen in den Rotorhauptschichtungen bzw. -blechen befinden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines gegossenen Rotoraufbaues mit einem wirksamen Kühlsystem, das dazu führt, daß der Rotor eine zusätzliche Wärmespeicherkapazität hat, die die Stillstandszeit-Fähigkeit des Rotors vergrößert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist ein Rotorblechaufbau mit gegossenen Leitern mit einer Mehrzahl von verteilten radialen Kühlkanälen versehen, die sich von dem Umfang des Ro-

tors bis zu Punkten unterhalb der Unterseiten von angrenzenden Leiternuten erstrecken. Die Kühlkanäle werden dadurch hergestellt, daß ein erster Satz von Rotorblechen in einem vorbestimmten Muster gestanzt wird, welches Kühlmittelnutstanzungen wie auch Leiternuten und Öffnungen enthält, welche einen Teil der axialen Kühlluftdurchgänge durch den Aufbau bilden. Ein unterschiedlich gestalteter Satz von Belüftungsblechen wird entsprechend gestanzt, um darin Leiternuten und eine Mehrzahl von bogenförmig verteilten Belüftungsöffnungen auszubilden, die so angeordnet sind, daß sie sich mit den axialen Kühlmitteldurchgängen in dem ersten Satz von Blechen des Aufbaues und mit dem inneren Abschnitt von vorbestimmten Kühlkanälen überlappen. Diese beiden Sätze von Blechen werden in sich wiederholenden Mustern in Verbindung mit einem dritten Satz von Rotorhauptblechen angeordnet, die entsprechend gestanzt sind, um eine Mehrzahl von Leiternuten und eine Mehrzahl von Öffnungen zu bilden, welche axiale Kühlluftdurchgänge durch den Aufbau bilden. Die Bleche werden sämtlich unter Ausrichtung ihrer entsprechenden Leiternuten gestapelt und bis zu einer Fluidabdichtung zusammengepreßt, so daß geschmolzenes Metall aus den Leiternuten nicht zwischen angrenzenden Blechen in angrenzende Kühlkanäle fließen kann. In jeder der Leiternuten werden elektrische Leiter gegossen, und es wird ein Paar von zusammenhängend gegossenen Ringen gebildet, die sich um die äußeren Bereiche der beiden endseitigen Bleche erstrecken, um alle Leiterstäbe in bekannter Weise miteinander zu verbinden. Nachdem die Leiterstäbe und die Endringe an dem Rotorblechaufbau ausgebildet worden sind, wird die äußere Umfangsfläche der Kühlkanalbleche abgearbeitet, um die äußeren Enden der Kühlkanäle zu öffnen bzw. freizulegen. Somit kann Kühlluft durch die in den Rotorhauptblechen ausgebildeten axialen Kühldurchgänge in die großen Belüftungsöffnungen der Zwischenbleche und mit sehr geringem Druckverlust in die radialen Kühlkanäle sowie aus dem Rotor in einen angrenzenden Spalt zwischen dem Rotor und einem Stator geleitet werden, wenn der Rotor in bekannter Weise durch Preßsitz oder durch andere Mittel an einer geeigneten Welle abgestützt und für eine Drehung in dem Stator angebracht ist.

2834988

Die Erfindung wird nachfolgend unter Hinweis auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 - in einer teilweise geschnittenen Seitenansicht die obere Hälfte einer dynamoelektrischen Maschine mit einem Guß-Rotor und einem Blechaufbau nach der vorliegenden Erfindung,

Figur 1A- in einer vergrößerten, fragmentarischen Seitenansicht einen Teil der in Figur 1 dargestellten Maschine, wobei Einzelheiten einer Gruppe von drei verschiedenen Schichtungs- bzw. Blecharten dargestellt sind, die zum Bilden der Kühldurchgänge und -kanäle nach der vorliegenden Erfindung benutzt werden,

✓ Figur 2 - in einer Draufsicht einen Teil einer Rotorhauptplatte bzw. eines Rotorhauptblechs für den Schicht- bzw. Blechaufbau aus Figur 1,

Figur 3 - in einer Draufsicht ein Belüftungsblech für den Blechaufbau aus Figur 1,

Figur 4 - in einer Draufsicht einen Teil einer Kühlkanalplatte bzw. eines Kühlkanalblechs für den Rotorblechaufbau aus Figur 1 und

Figur 5 - in einer Draufsicht einen Teil einer Kühlkanalplatte bzw. eines Kühlkanalblechs, die bzw. das anstelle der Platte bzw. des Blechs aus Figur 4 zum Herstellen des Rotoraufbaues aus Figur 1 benutzt werden kann.

Um ein klares Verständnis der vorliegenden Erfindung zu erleichtern, ist ein erfindungsgemäß gestalteter Rotorblechaufbau 1 in Figur 1 dargestellt. Er ist in einer sonst herkömmlichen dynamoelektrischen Maschine zu einem Stator 2 sowie einem Gehäuse 3 desselben relativ drehbar angebracht. Der Stator 2 ist mit einer herkömmlichen Wicklung 4 versehen, während der Rotor 1 mit einer Mehrzahl von gegossenen Leitern ausgebildet ist, die in unter gegenseitigem Bogenabstand angeordneten axialen Leiternuten angeordnet sind, welche an die Umfangsfläche angrenzen, was noch näher beschrieben wird. Diese axialen Leiter des Rotors 1 sind an ihren entgegengesetzten Enden durch zwei in Figur 1 im Querschnitt dargestellte gegossene Ringe 5 und 6 verbunden. Eine geeignete Stahl-

welle 7 ist durch Preßsitz oder in anderer Weise fest in dem Blech-  
aufbau des Rotors 1 angebracht und an einem Paar von Rollement-  
(oder Gleitelement-) Lagerbaugruppen 8 und 9 drehbar. Die Lager-  
baugruppen 8 und 9 sind ihrerseits in einer herkömmlichen Weise  
in geeigneten Naben 8a und 9a in dem Gehäuse 3 angebracht. An der  
Welle 7 ist auch ein Paar von Gebläsen 10 und 11 angebracht, die  
Luft über die Wicklungsenden bzw. Wickelköpfe drücken. Luft ge-  
langt durch Öffnungen in diesen Gebläsen in die entgegengesetzten  
Enden einer Mehrzahl von axialen Kühlmitteldurchgängen, von denen  
einer in Figur 1 mit der Hinweiszahl 12 bezeichnet ist und in die  
die Luft gemäß der Pfeildarstellung eintritt. Diese Gebläse können  
in irgendeiner herkömmlichen Weise an der Welle 7 befestigt wer-  
den, wie gemäß der Darstellung in Figur 1 durch Halte- bzw. Befes-  
tigungsschrauben 10a sowie 11a oder durch Preßsitz. Alternativ  
können geeignete Gebläse in bekannter Weise einstückig mit den  
Ringern 5 und 6 gegossen werden. In alternativen Ausführungsformen  
solcher Maschinen sind Gebläse mit den Rotorendringen oder den  
Ringern 5 und 6 zusammenhängend gegossen, um hiervon axial vorzu-  
stehen. Bei einem solchen alternativen Gebläseaufbau wie auch bei  
dem in Figur 1 dargestellten Aufbau wird das die Luft in die Ka-  
näle (12 usw.) ziehende Kühlluft-Druckgefälle durch Zentrifugal-  
kraft in den radialen Kanälen des Rotors erzeugt. Wie es noch  
näher erläutert wird, besteht ein Vorteil der vorliegenden Erfin-  
dung darin, daß die radialen Kanäle länger als die gegossenen  
Rotorstäbe sind, um so ein größeres Druckgefälle zu erzeugen und  
zum Verbessern der Kühlung des Rotors sowie des Stators mehr Luft-  
strom zu induzieren.

Bevor die besonderen Merkmale des Rotorblechaufbaues 1  
unter Bezugnahme auf Figur 1 detaillierter beschrieben werden,  
erfolgt eine Beschreibung der unterscheidenden Merkmale der in dem  
Aufbau benutzten drei verschiedenen Blechsätze, wie sie entspre-  
chend in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellt sind. Zunächst sei das  
in Figur 2 dargestellte Rotorhauptblech 13 betrachtet. Es ist er-  
sichtlich, daß dieses Blech mit Öffnungen ausgebildet ist, die  
entsprechend eine Mehrzahl von Leiternuten 14, 14a, 14b usw. be-  
stimmen, welche an den Umfang des Blechs angrenzend unter gegen-  
seitigem Bogenabstand angeordnet sind. Andere Öffnungen in dem

Blech 13 bilden eine Mehrzahl von Kühlmittelaufnahmekanälen 15, 15a, 15b usw., die um den inneren Abschnitt des Blechs 13 zwischen den inneren Enden der Leiternuten 14, 14a usw. und dem Innendurchmesser 13a des ringförmigen Blechs 13 bogenförmig verteilt sind.

Es ist festzustellen, daß in dem in Figur 1 dargestellten Rotorblechaufbau 1 eine Vielzahl der im wesentlichen ebenen, ringförmigen Rotorhauptbleche vorhanden ist, die weitgehend mit dem in Figur 2 dargestellten Blech 13 übereinstimmen und in der neuen Art der vorliegenden Erfindung angeordnet sind, wie es noch näher beschrieben wird. Zusätzlich zu den Leiternut-Öffnungen und den die axialen Kühlmitteldurchgänge bestimmenden Öffnungen in den Rotorhauptblechen ist jedes dieser Bleche, wie das Blech 13, mit einer Nut 16 versehen, die am Innendurchmesserrand 13a ausgestanzt ist, um ein Mittel zum schnellen Ausrichten entsprechender Blechsätze vorzusehen, wenn sie zur Vorbereitung des Eingießens von Leiter in die Leiternuten 14-14b usw. gestapelt werden.

In Figur 3 ist ein Teil eines im wesentlichen ebenen, ringförmigen Belüftungsblechs 17 dargestellt, das mit erfindungsgemäß angeordneten Öffnungen versehen ist, um entsprechend eine Mehrzahl von Leiternuten 14', 14a', 14b' usw. zu bilden, die bezüglich ihrer Konfiguration im wesentlichen mit den Leiternuten 14-14b' usw. in den Rotorhauptblechen übereinstimmen, wie dem Blech 13 aus Figur 2. Diese Leiternuten 14'-14b' sind ebenfalls an den Umfang des Blechs 17 angrenzend bogenförmig verteilt, wobei die Abstände denjenigen der Leiternuten in den Rotorhauptblechen 13 angepaßt sind. Jedes der Belüftungsbleche, wie das Blech 17, ist auch mit einer Mehrzahl von Belüftungsöffnungen 18, 18a, 18b usw. versehen, die zwischen den inneren Enden der Leiternuten 14'-14b' usw. und dem Innendurchmesser 17a des Blechs bogenförmig verteilt sind. Erfindungsgemäß ist jede der Belüftungsöffnungen 18a-18b usw. mit einer radialen Abmessung ausgebildet, wie sie in Figur 3 durch den Pfeil 18' dargestellt ist, die weitgehend größer als die maximale Radialabmessung, wie sie in Figur 2 durch den Pfeil 15' dargestellt ist, des Kühlmitteldurchgangs 15 in dem Blech 13 ist. Wenn dementsprechend ein Rotorhauptblech 13 an ein Belüftungsblech 17 angrenzend angeordnet ist, ist davon auszugehen, daß ein beträchtlicher Teil einer jeden Belüftungsöffnung 18a-18b usw. die

ausgerichteten Kühlmitteldurchgangsöffnungen 15-15b des Rotorhauptblechs überlappt. Der Zweck dieses Überlappungsaufbaues wird nachfolgend erläutert, und zwar im Zusammenhang mit der im Betrieb des Rotors mit niedrigem Druckabfall erfolgenden Bewegung von Kühlluft durch den erfindungsgemäßen Blechaufbau.

Es ist festzustellen, daß das Belüftungsblech 17 auch mit einer Ausrichtungsnut 19 versehen ist. Diese Nut wird in derselben Weise wie die Nut 16 in dem Rotorhauptblech 13 dazu benutzt, um die Belüftungsbleche 17 (und ihre Gegenstücke) auszurichten, wenn sie für einen Gießvorgang gestapelt werden. Und wiederum ist festzustellen, daß jedes der anderen in dem Rotoraufbau 1 der Erfindung benutzten Belüftungsbleche im wesentlichen mit dem in Figur 3 dargestellten Belüftungsblech 17 übereinstimmt.

Und schließlich enthält der Blechaufbau 1 eine Mehrzahl von im wesentlichen ebenen, ringförmigen Kanalblechen (duct laminae), wie das in Figur 4 teilweise dargestellte Blech 20. Aus jedem Blech 20 sind Öffnungen ausgestanzt, die eine Mehrzahl von Leiternuten 14", 14a", 14b" usw. bilden, deren Form im wesentlichen mit den Leiternuten übereinstimmt, die entsprechend in dem Rotorhauptblech 13 und dem Belüftungsblech 17 ausgebildet sind, wie es oben im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 beschrieben wurde. Die Nuten 14", 14a", 14b" können gegenüber den Nuten 14, 14a sowie 14b und 14', 14a' sowie 14b' eine unterschiedliche Größe und/oder Form haben, und zwar für den Zweck einer Vergrößerung der Breite von Kühlmittelkanalnuten 22, 22a sowie 22b oder der Breite der Schichtung (lamination), die die Leiternuten (14") von den Kanalnuten (22 usw.) trennt, oder für den Zweck einer Standardisierung und Gemeinsamkeit zwischen verschiedenen elektrischen Gestaltungen, das heißt von Nutformen und der Anzahl von Nuten. Wie in den anderen Fällen sind die Leiternuten 14"-14b" usw. an den Umfang des Blechs 20 angrenzend bogenförmig verteilt.

Zusätzlich zu den Leiternuten ist eine Mehrzahl von Kühlmitteldurchgängen 21, 21, 21b usw. zwischen den inneren Enden der Leiternuten 14"-14b" usw. und dem Innendurchmesser 20a des Blechs 20 bogenförmig verteilt. Es ist darauf hinzuweisen, daß die Leiternuten und die Kühlmitteldurchgänge in dem Blech 20 für eine weitgehende Ausrichtung mit den ähnlichen Öffnungen in den Rotor-

hauptblechen, wie dem in Figur 2 dargestellten Blech 13, angeordnet sind. Während die Kühlmittelnuten 22, 22a, 22b usw. in Figur 4 mit Rechteckquerschnitten dargestellt sind, können die Nuten auch andere Querschnittsformen haben. Eine verbesserte Kühlmittelkanal-Konfiguration ist beispielsweise in Figur 5 dargestellt, wo Kühlmittelnuten 22A, 22B, 22C an ihren entsprechenden äußeren Enden mit sich nach außen erweiternden Öffnungen versehen sind. Die Vorteile dieser Blechkonfiguration sind eine Reduzierung der Luftkanalgeräusche und eine verbesserte Bearbeitung der Rotoroberfläche, wenn der Umfang abgenommen wird, um die Kühlmittelkanäle zu öffnen.

Es ist festzustellen, daß die Leiternuten 14A, 14B, 14C usw. in der Schichtung bzw. Platte aus Figur 5 bezüglich ihrer Form von den Leiternuten 14", 14a" und 14b" aus Figur 4 abweichen, wodurch die Anpassungsfähigkeit der Erfindung weiter erläutert wird. In ähnlicher Weise unterscheidet sich der bei der alternativen Form des Stanzlings 20A aus Figur 5 dargestellte Kühlmitteldurchgang 21A bezüglich seines Umrisses von den funktionell bezogenen Durchgängen 21-21b des Stanzlings 20 aus Figur 4.

Nunmehr zu einer Beschreibung der Erfindung im Zusammenhang mit der die in den Figuren 2, 3 und 4 dargestellte Blechkonfiguration verwendenden Ausführungsform zurückkehrend ist es ersichtlich, daß jedes der Kanalbleche, wie das Blech 20, auch mit einer Mehrzahl von gestanzten oder in anderer Weise bearbeiteten Kühlmittelkanalnuten 22, 22a, 22b usw. versehen ist, die sich entsprechend vom Umfang des Blechs bis zu einem Punkt, wie den Punkten 22', 22a', 22b', gemäß Figur 4 erstrecken, wobei dieser Punkt zwischen den inneren Enden der Leiternuten und der äußeren Abmessung der angrenzenden Kühlmitteldurchgänge 21, 21a, 21b usw. angeordnet ist. Wie es aus Figur 4 ersichtlich ist, enden beispielsweise die innersten Punkte der Kanalnuten 22-22b an den Punkten 22'-22b', die an die Außenabmessung 21a' des Randes des axialen Kühlmitteldurchgangs 21a angrenzen.

Aus Figur 4 ist es ferner ersichtlich, daß diese Punkte 22'-22b' usw. radial zwischen der Außenabmessung 21a' (beispielsweise) der entsprechenden Kühlmitteldurchgänge 21-21b usw. und der Außenabmessung (18a', siehe Figur 3) der angrenzenden Belüftungsöffnungen angeordnet sind, wie der Belüftungsöffnungen 18-18b in

dem Belüftungsblech 17 aus Figur 3, wenn ein solches Belüftungsblech an ein Kanalblech 20 angrenzend in dem Blechaufbau der Erfindung angeordnet ist. Somit ist das innere Ende einer jeden Kanalnut 22-22b usw. mit einem angrenzenden Belüftungsloch 18-18b usw. überlappt, und jedes Belüftungsloch 18-18b usw. befindet sich in einer Überlappingsbeziehung mit einem Kühlmitteldurchgang 15-15b in angrenzenden Rotorhauptblechen, wie dem Blech 15 aus Figur 2.

Schließlich sind das in Figur 4 dargestellte Kühlmittelkanalblech 20 und alle im wesentlichen übereinstimmenden, zugeordneten Kühlmittelkanalbleche in dem Aufbau 1 jeweils mit einer am Innendurchmesserbereich ausgebildeten Ausrichtungsaussparung 23 versehen, und zwar zum Ausrichten dieser Bleche für einen Gießvorgang in der oben im Zusammenhang mit den anderen Blechen des Aufbaues 1 beschriebenen Weise. Es ist festzustellen, daß verschiedene herkömmliche Materialien benutzt werden können, um die zum Herstellen des geschichteten Rotoraufbaues nach der Erfindung verwendeten entsprechenden Bleche zu bilden. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung wird zum Herstellen aller Bleche ein geeigneter herkömmlicher Magnetstahl bekannter Art benutzt. Während herkömmliche magnetische Stähle für jede Schichtung verwendet werden, ist darauf hinzuweisen, daß verschiedene Blecharten verschiedene Stahlsorten aufweisen können (wie es bei der bevorzugten Ausführungsform der Fall ist). Beispielsweise sind die Schichtungen bzw. Bleche 13 und 17 bei dieser Ausführungsform aus Siliziumstahl mit anorganischen Beschichtungen für den Betrieb hergestellt, während das Blech 20 aus einem unbeschichteten Stahl hergestellt ist, um die Behandlung zu optimieren.

Um den Rotorblechaufbau 1 der Erfindung in der in Figur 1 dargestellten Form zu vervollständigen, wird die vorgewählte Mehrzahl von Rotorhauptblechen 13, von Belüftungsblechen 17 und von Kanalblechen 20 in angrenzenden Gruppen angeordnet und miteinander ausgerichtet, um die entsprechenden Leiternuten in eine weitgehende Ausrichtung zu bringen. Solche Gruppierungen der Rotorhauptbleche sind klar aus der vergrößerten Ansicht aus Figur 1A ersichtlich und mit der Hinweiszahl 13' bezeichnet. Eine hieran angrenzende Gruppe von Belüftungsblechen ist in Figur 1A mit der Hinweiszahl 17' bezeichnet, während eine Gruppe von Kanalblechen



in Figur 1A mit der Hinweiszahl 20' belegt ist. Solche Gruppierungen wiederholen sich natürlich längs des Aufbaues 1, wie es in Figur 1 dargestellt ist. Mit den so angeordneten entsprechenden Blechsätzen und den zugeordneten, darin ausgebildeten Ausrichtungsnuten 16, 19 sowie 23 zum Ausrichten der entsprechenden Leiternuten in der erwünschten Weise wird der Blechaufbau zusammengepreßt, um flüssigkeitsdichte Abdichtungen zwischen angrenzenden Blechen zu formen, so daß geschmolzenes Metall nicht aus den Leiternuten in die angrenzenden Kühlkanäle oder Belüftungsdurchgänge austreten kann. Die gegossenen Leiter und zusammenhängend gegossenen Ringe 5 sowie 6, die die Leiter an ihren entgegengesetzten Enden miteinander verbinden, wirken nach dem Abkühlen und Härten in der Weise, daß sie den Rotorblechaufbau 1 zusammenhalten. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist jedes der Kanalbleche, wie das Blech 20, so geformt, daß einer der Kühlmittelkanäle, wie der Kanal 22f, zwischen jedem angrenzenden Paar von Leiternuten angeordnet ist, wie dem Paar von Leiternuten 14"-14a" gemäß Figur 4.

Diese enge bzw. innige Beziehung zwischen den Kühlmittelkanälen und den Leiternuten wird nach der vorliegenden Erfindung noch weiter vergrößert, indem der Abstand zwischen den Seiten einer jeden Kanalnut und der Leiternut so klein wie möglich gemacht wird und in dem Bereich von 0,762 mm bis 2,54 mm (0,030 Zoll bis 0,100 Zoll) liegt. Somit befindet sich die gesamte Tiefe einer jeden Leiternut in optimaler Wärmeaustauschbeziehung mit den angrenzenden Kühlmittelkanälen. Ferner sind nach der vorliegenden Erfindung alle Kühlmittelkanalnuten 22-22b usw. (oder 22A-22C usw. in Figur 5) so ausgebildet, daß sie in radialer Richtung um ungefähr 100 % tiefer als die angrenzenden Leiternuten sind. Diese Beziehung ist wirksam, um einen großen Volumenstrom von Kühlluft durch die Belüftungsöffnungen in angrenzenden Belüftungsblechen, wie dem Blech 17, in die Kühlkanäle sicherzustellen. Auch wird der Druckverlust der Kühlluft bei der beschriebenen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vermindert, indem die Fläche einer jeden Belüftungsöffnung 18-18b usw. ungefähr zweimal so groß wie die hiermit zusammenwirkenden Kühlmitteldurchgangsöffnungen 21-21b usw. gemacht wird.

Alle Kühlmittelkanal-Nuten 22-22b usw. sind auch so ausgebildet, daß sie sich an die Leiternuten angrenzend über diese

hinausgehend radial auswärts um zumindest 0,508 mm (0,02 Zoll) erstrecken. Dieser relative Aufbau der Kanalnuten und der Leiternuten ermöglicht ein leichtes Bearbeiten der Umfangsfläche 20b der Kanalbleche 20, um die äußeren Enden der Kanäle 22-22b usw. zu öffnen, nachdem Leiter in den Leiternuten gegossen worden sind, so daß Luft in der oben erläuterten Weise durch den Blechaufbau strömen kann. Es ist festzustellen, daß während eines solchen Leiter-Gießvorgangs die Enden der axialen Durchgänge 15-15b usw. in den äußersten Rotorhauptblechen 13 in geeigneter herkömmlicher Weise abgeschirmt bzw. abgedeckt werden, um zu verhindern, daß geschmolzenes Gußmetall durch die äußeren Bleche in die Durchgänge eintritt.

Dem Fachmann ist es klar, daß verschiedene Kombinationen der drei oben beschriebenen Blechsätze zusammengebaut werden können, um verschiedene Formen von Kühldurchgängen und Kühlkanälen durch einen Rotorblechaufbau nach der vorliegenden Erfindung herzustellen. Wie es in Figur 1 der Zeichnung im Zusammenhang mit der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dargestellt ist, sind jedoch im wesentlichen gleiche Stückzahlen von Belüftungsblechen 17 und Kanalblechen 20 in kooperierenden Sätzen angeordnet, wobei eine Gruppe von Kanalblechen an eine Gruppe von Belüftungsblechen angrenzt, und zwar unter vorgewählten axialen Abständen bzw. Intervallen zwischen größeren Gruppen von Rotorhauptblechen 13, und diese Gruppen sind in Figur 1A durch entsprechende Hinweiszahlen 13', 17' und 20' bezeichnet. Dieser Aufbau ermöglicht es, daß ein großes Volumen an Kühlluft mit einem erwünschten kleinen Druckverlust durch den Rotor gedrängt werden kann. Wie es in Figur 1 durch die Pfeile dargestellt ist, wird somit Kühlluft durch die Drehung der Welle 7 und die resultierende Zentrifugalkraft in den Kanälen 22, 22a sowie 22b usw. dazu veranlaßt, sich axial durch den von den Öffnungen 15-15b usw., 18-18b usw. sowie Kanälen 21-21b usw. in den Rotorhauptblechen 13', den Belüftungsblechen 17' sowie den Kanalblechen 20' bestimmten Durchgang 12 zu bewegen. Es ist ersichtlich, daß die Luft von dem axialen Durchgang 12 und seinen bogenförmig verteilten Gegenstücken in die von den Belüftungsöffnungen 18-18b usw. in den Belüftungsblechen 17 gebildeten Belüftungsdurchgänge und dann in die Kühlmittelkanäle strömt, deren innere Enden die Belüftungsöffnungen überlappen.

Es ist festzustellen, daß im wesentlichen alle Kühlkanäle 22-22b usw. mit ihren inneren Enden eine zugeordnete Belüftungsöffnung 18-18b usw. in einem angrenzenden Belüftungsblech 17 überlappen, und zwar wegen der Tiefe und der engen Verteilung der Kanäle in den Kanalblechen 20. Es ist jedoch ersichtlich, daß bei der Ausführungsform der hier beschriebenen Erfindung ein oder zwei Kühlkanäle in jedem Kanalblech nicht eine Belüftungsöffnung überlappen. Wenn die Kühlungserfordernisse für einen gegebenen Rotorblechaufbau dergestalt sind, daß jeder Kühlkanal 22-22b usw. Kühlluft von einer der Belüftungsöffnungen 18-18b empfangen muß, um sogar ein Ausbilden von einer oder zwei Überhitzungsstellen (hot spots) an dem Rotor zu vermeiden, dann kann die Ausrichtungsnut 19 in den Belüftungsblechen 17 so angeordnet sein, daß alternierende Belüftungsbleche umgekehrt oder umgedreht werden, wenn sie in der Montageposition gestapelt werden. Dieser Aufbau führt dazu, daß alle Kühlkanäle sich in einer Überlappingsbeziehung mit einer der Belüftungsöffnungen befinden, so daß jeder Kühlkanal Kühlmittel von den axialen Durchgängen in den Rotorhauptblechen empfängt. Es wurde jedoch festgestellt, daß für die meisten kommerziellen Anwendungen die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zu einer passenden Kühlung für den Rotor und den diesem zugeordneten Stator führt.

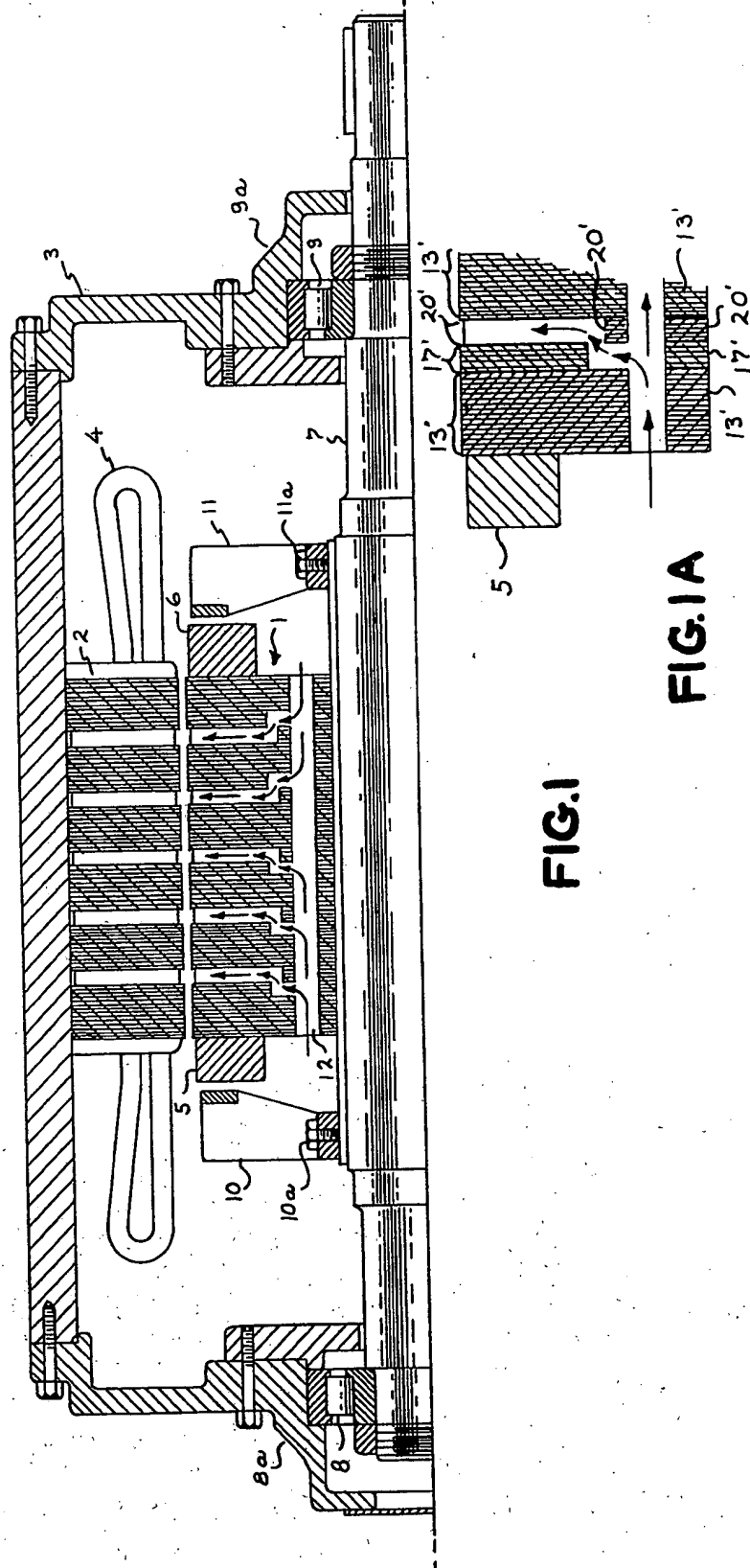


FIG. 1

FIG. 1A

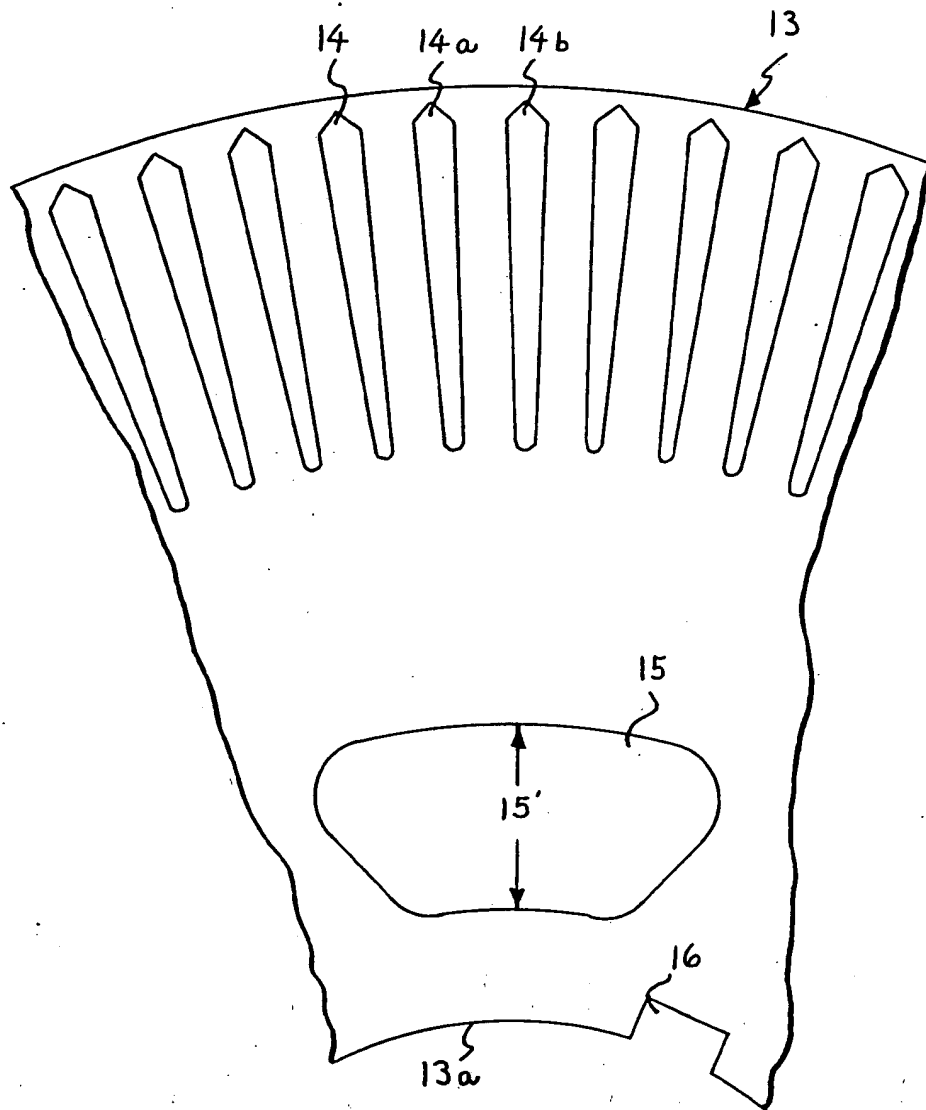


FIG. 2

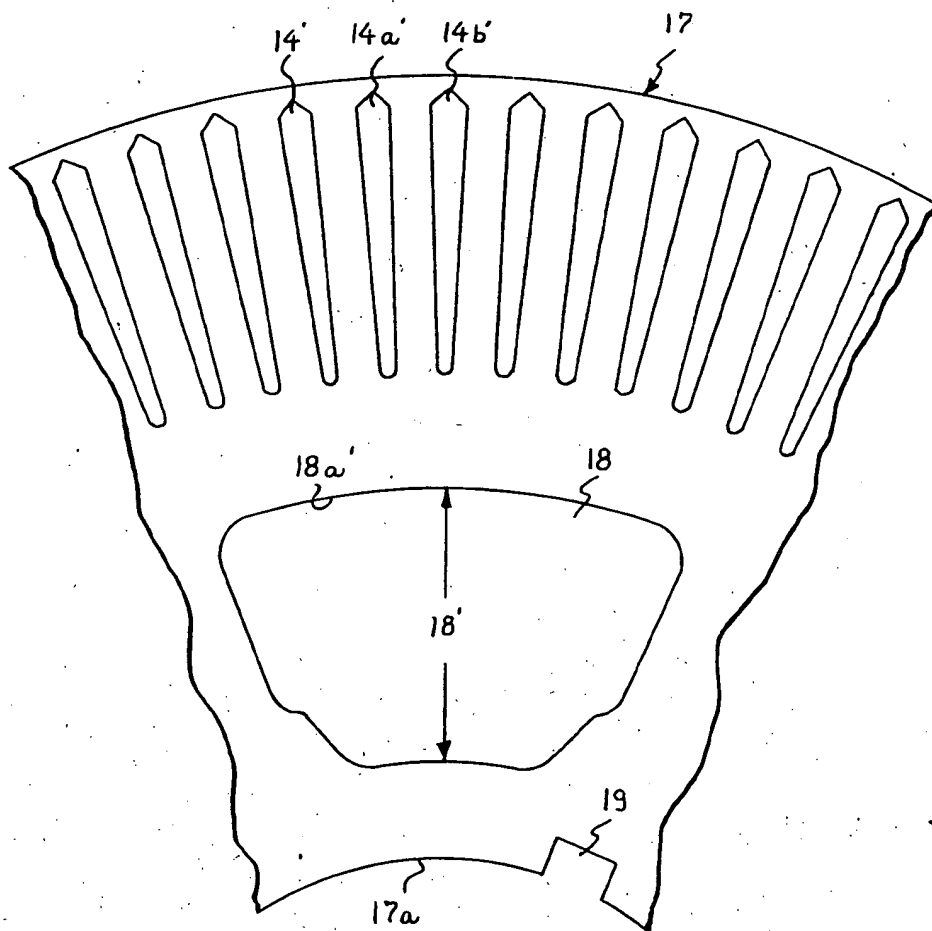


FIG. 3

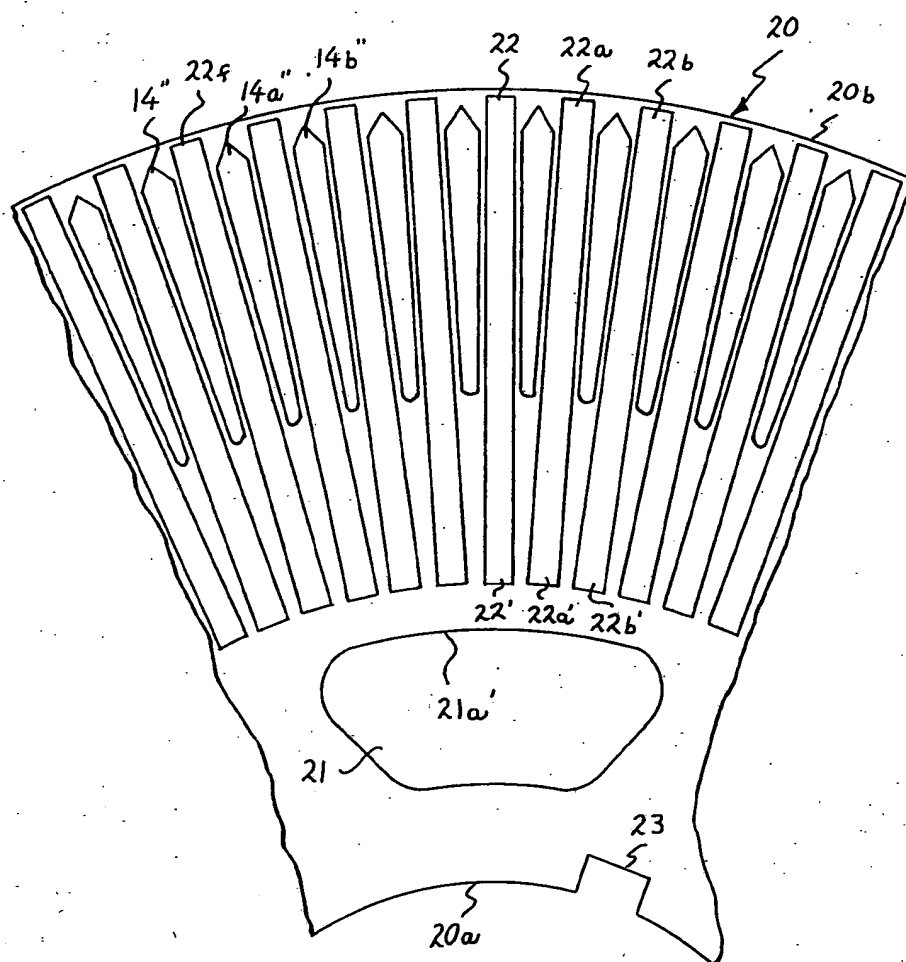


FIG. 4

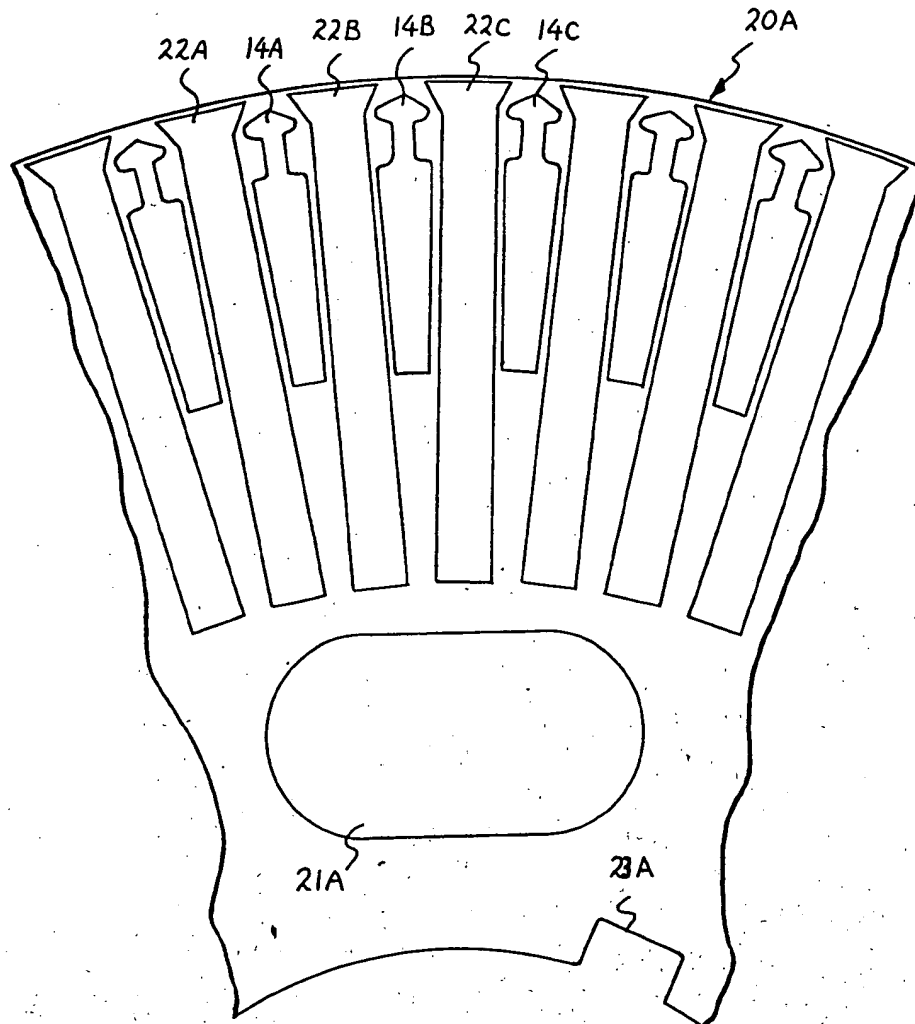


FIG. 5